

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA**  
**HORNICKO – GEOLOGICKÁ FAKULTA**

Institut environmentálního inženýrství

# **RECYKLACE SKLA**

**Bakalářská práce**

**Autor:**

Dana Vávrová

**Vedoucí bakalářské práce:**

prof. Ing. Fečko Peter, CSc.

**Ostrava 2011**

Prohlašuji, že:

- Celou bakalářskou práci včetně příloh, jsem vypracovala samostatně a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.
- Byla jsem seznámena s tím, že se na moji bakalářskou práci plně vztahuje zákon č. 21/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo.
- Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB - TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- Souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB – TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci, obsažené v Záznamu závěrečné práci, umístěném v příloze mé bakalářské práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB – TUO.
- Souhlasím s tím, že bakalářská práce je licencována pod Creative Commons Attribution – NonCommercial – ShareAlike 3.0 Unported licenci. Pro zobrazení kopie této licence je možno navštívit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>
- Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- Bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne 22.4.2011



Dana Vávrová

### Anotace:

V této bakalářské práci je rešeršně zpracováno téma recyklace skla. Nejdříve jsou popsány sklářské suroviny, technologie výroby, tvarování a chlazení skla. Poté práce popisuje recyklační technologie a jejich rozdělení do základních skupin. Zabývá se recyklací skla a jeho využitím. Nakonec je popsána činnost autorizované obalové společnosti EKO-KOM a. s., která zajišťuje plnění povinností zpětného odběru.

### Klíčová slova:

Recyklace skla, odpad, recyklační technologie, zpětný odběr

### Annotation:

I am dealing with glass recycling in my bachelor thesis. First, I describe glass raw materials, production technology, forming and annealing treatment of glass. Second, the bachelor thesis is divided into describing of recycling technologies and division of fundamental groups. It deals with the recycling of glass and its use. The final part describes the work authorized packaging company of EKO-KOM as to ensure that the take-back.

### Key words:

Recycling glass, waste, recycling technology, re-sampling

## Obsah

1 ÚVOD.....	1
2 CÍL BAKALÁŘSKÉ PRÁCE.....	2
3 VÝROBA SKLA.....	3
3.1 Sklářské suroviny.....	3
3.1.1 Základní sklotvorné suroviny.....	4
3.1.2 Ostatní sklotvorné suroviny.....	5
3.1.3 Méně užívané suroviny.....	7
3.1.4 Pomocné suroviny.....	8
3.2 Technologie výroby skla.....	8
3.3 Příprava vsázky.....	9
3.4 Tavení skla.....	9
3.5 Tvarování skla.....	10
3.6 Sklářské pece.....	13
3.7 Chladicí pece.....	15
4 RECYKLACE ODPADU.....	17
4.1 Environmentální politika a recyklace.....	18
4.2 Recyklační technologie.....	20
4.3 Recyklace skla.....	22
4.4 Využití recyklovaného skla.....	26
5 SPOLEČNOST EKO-KOM a.s. ....	30
5.1 Výsledky třídění a recyklace obalových odpadů systémem EKO-KOM v roce 2009.....	31
5.2 Propagace třídění a recyklace odpadů.....	32
6 ZÁVĚR.....	34
Literatura.....	35

## 1 ÚVOD

Sklo je mimořádně zajímavý a tvárný materiál. Při jeho výrobě působí rozmanité vnější vlivy, a i když budeme tavit podle jednoho technologického postupu, můžeme nakonec dosáhnout úplně odlišného výsledku. Pokud bychom chtěli použít básnické přirovnání, je stejné jako žena. Je krásné, podněcuje fantazii, je tajemné, ale také tvrdohlavé a neposlušné.

V přírodě se sklo v čisté formě nevyskytuje, ale existují nerosty, které se mu svou vnější podobou velmi blíží, např. sopečný obsidián, horský křišťál či některé metamorfní formy křemene. Většina surovin, které lidé používali už od pravěku při výrobě, ať to bylo dřevo, kámen, hrnčířská hlína nebo rudy kovů, v přírodě již existují a pro další využití je bylo nutné pouze upravit. Sklo se musí nejprve vyrobit a teprve potom zpracovávat. V tom je jeho velká jedinečnost, neboť je svým způsobem nejstarší uměle vyráběnou hmotou v lidských dějinách. Objev výroby skla se datuje již do doby bronzové (3. tisíciletí př. n. l.) jako vedlejší produkt keramické výroby a nejstaršími výrobky byly korálky. <sup>[23]</sup>

## **2 CÍL BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

Cílem bakalářské práce je rešeršně zpracovat téma recyklace skla, jeho následné využití a popsat technologický postup výroby skla. Poukázat na šetření přírodních surovin a energií při výrobě skla ze skleněných střeptů. Dále pak popsat činnost autorizované společnosti EKO-KOM a.s.

### 3 VÝROBA SKLA

Z fyzikálního hlediska je podstatou procesu výroby skla ochlazování taveniny. Vytváří se tak homogenní, amorfní, křehká a obvykle průhledná hmota. Tavením je možné zpracovat řadu látek – např. síru, selen, sulfidy, oxid křemičitý a boritý, některé germaničitany a dokonce i některé organické látky. Ovšem většina těchto látek je při tavně značně nestabilní, proto jsou pro výrobu skla nevhodné.

Pojmem sklo se v užším smyslu rozumí výhradně sklo křemičitanové, které je surovinou pro další zpracování. Při tavně křemičitého písku dochází k rekrytalizaci krystalické mřížky, která je základem celého procesu výroby skla. Laicky si můžeme tento proces představit tak, že se molekuly, které tvoří krystalickou mřížku písku, rozdělí během tavně na menší části (radikály), ty však mohou samostatně existovat jen při vysokých teplotách. Při ochlazování se musí vázat na jiné volné radikály. Při tavně se tedy původní krystalická mřížka tavených surovin rozbíjí a radikály se při chlazení opět začnou vázat a vytvářejí zcela novou kvalitativně odlišnou hmotu – sklo. <sup>[7]</sup>

#### 3.1 Sklářské suroviny

Pro výrobu skla je třeba velké množství surovin, které během tavně vytvářejí sklo požadované kvality a barvy. Nejdůležitějšími surovinami jsou ty, které tvoří podstatu skla. Těmito surovinám se říká sklotvorné a dělí se na:

- mřížkotvorné (vytvářejí novou krystalickou mřížku)
- taviva (umožňují tavně, nebo li rozpad krystalické mřížky surovin)
- stabilizátory (umožňují vázání radikálů, vznik nové krystalické mřížky a její stabilizaci)

Sklářské suroviny se pro tavně míchají a jejich směs se nazývá sklářský kmen. Pojem sklářský kmen je základním technologickým pojmem při výrobě skla.

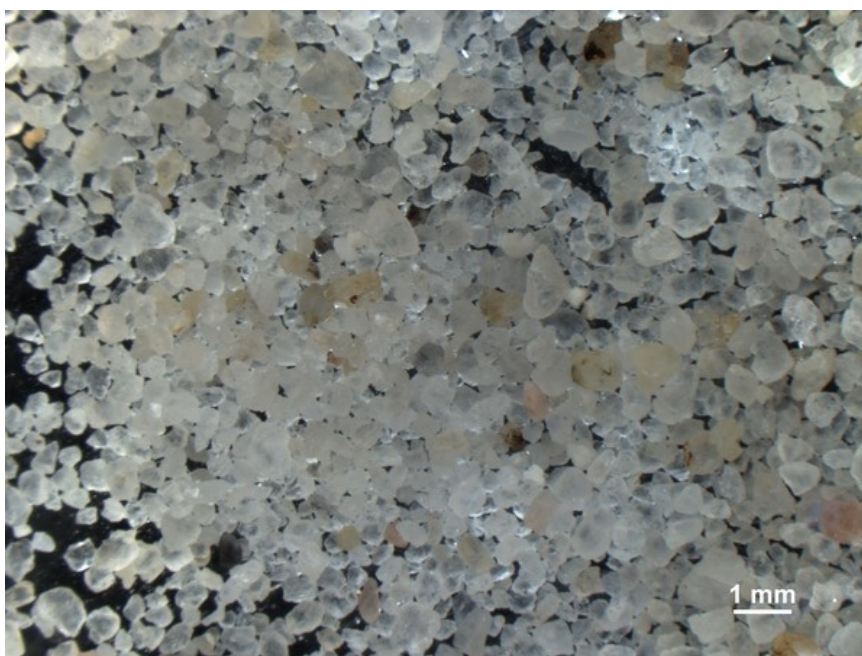
Kromě sklotvorných se při výrobě skla používá v malém množství značný počet dalších surovin, které sklo kalí, čeří (čistí), urychlují tavně, odbarvují a barví do pestrých odstínů. Ve vlastním skle, jež je z chemického hlediska složitou a komplikovanou hmotou, se vyskytuje řada rozmanitých chemických prvků.

Mnohé jsou obsaženy pouze ve stopovém množství, ale jsou nezbytné, protože dávají sklu jeho konečnou podobu. Jednotlivé prvky se do výrobního procesu skla dostávají se sklářskými surovinami, které se počítají na stovky. V běžné sklárně se užívá 50 až 100 různých sklářských surovin, ale ve sklárnách vyrábějících speciální technická skla jich je mnohem více. <sup>[8]</sup>

### 3.1.1 Základní sklotvorné suroviny

#### Sklářský písek

Sklářský písek (obrázek 1) je křemenná surovina, obsahující oxid křemičitý ( $\text{SiO}_2$ ). Běžná skla obsahují asi 60 až 80% oxidu křemičitého, proto je z hlediska množství rozhodující složkou skla. Před vlastním procesem tavení se sklářské písky upravují, aby získaly optimální vlastnosti pro výrobu skla. Vytěžený písek se plaví a pere (tím se odstraňují mikroskopické nečistoty a snižuje se obsah železa). Potom se pomocí speciálních sít prosévá a suší. Úprava sklářského písku je závislá na jeho budoucím užití. Pro výrobu křišťálového skla je nutný co nejnižší obsah železa. Pro plochá skla a užitková obalová skla není třeba příliš kvalitní písek, podmínkou však je, aby byl levný. <sup>[23]</sup>



Obrázek č. 1 Křemenný písek <sup>[9]</sup>



## **Potaš a soda**

Nejdůležitějšími přísadami, které podporují proces tavby, jsou sodné a draselné sloučeniny. I když se soda (uhličitan sodný) vyskytuje i v přírodním stavu, sklářství přešlo na syntetickou sodu, vyráběnou La Blancovým postupem z chloridu sodného (solí kamenné). Nevýhodou byla vysoká spotřeba energie a odpad, vzniklý při výrobě (především kyselina solná). Dalším zdrojem sody pro výrobu skla se stala Glauberova sůl – syntetický síran sodný. Postupně všechny tyto suroviny nahradila syntetická soda Solvay, používaná dnes ve většině skláren.

Ve středoevropském sklářství se místo sody používaly od středověku draselné suroviny. I když je draslík obsažen v některých horninách (živec, znělec), jsou ve sklářství kvůli nízkému obsahu draslíku nepoužitelné. Od pravěku měla praktický význam jediné potaš (uhličitan draselný). Získávala se z popelu spáleného dřeva nebo z melasy. Z melasy se získávala kvalitní potaš, umožňující výrobu čistého olovnatého křišťálu. <sup>[7]</sup>

### **3.1.2 Ostatní sklotvorné suroviny**

#### **Borax**

Borax je přírodní minerál, který zlepšuje proces tavby skla a současně zvyšuje jeho odolnost jak proti mechanickému poškození, tak proti vlivu některých chemických látek. Bor byl objeven již ve sklech tavených ve středověké Babylonii. V současné době se používá pro čtyři typy výrobků – boritokřemičitá skla (zvýšená mechanická pevnost v tahu), izolační skleněná vlákna, E-sklo (má vysoký elektrický odpor) a pro výrobu fritového porcelánu a některých glazur. Ve sklářství se v menší míře užívají i přírodní borité suroviny (Rasorit, Colemanit), které jsou ovšem poměrně nákladné, dále syntetické suroviny, z nichž dnes nejpoužívanější je borax pentahydrát a některé další. <sup>[23]</sup>

#### **Kazivec a kryolit**

Fluor v procesu tavby urychluje rozpad krystalické mřížky oxidu křemičitého, aniž by podstatným způsobem měnil vlastnosti taveného skla. V přírodě se fluor vyskytuje v několika nerostech, z nichž nejrozšířenější je

kazivec, který však mívá v přírodním stavu řadu dalších příměsí. Čistějším nerostem je přírodní kryolit. Pro sklářské účely se dnes vyrábí kryolit výhradně syntetický, dále pak různé syntetické fluorové suroviny (fluorokřemičitan sodný aj.). Fluorové urychlovače tavby se užívaly ve sklářství běžně až do roku 1980, kdy začalo jejich používání prudce klesat v důsledku zjištěné ekologické závadnosti fluoru.<sup>[7]</sup>

### **Živec a znělec**

Výrobci skla v minulosti hledali vždy ve svém okolí lacinější suroviny, které by nahradily potaš či drahou sodu. Tavbu oxidu křemičitého umožňují kromě jiného i oxidy hliníku. Ty jsou obsaženy v řadě nerostů, z nichž pro sklářství měly význam především dva – znělec a živec. Při výrobě obalového a plochého skla se oxid hlinitý ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) používá stále. V současné době je nejrozšířenější surovinou nefelinsyenit, dále syntetický hydrát hlinitý a v omezeném množství drcený znělec a živec, který pochází z českých nalezišť.<sup>[8]</sup>

### **Vápenec a dolomit**

Sloučeniny vápníku a hořčíku se podílejí na zlepšení tavitelnosti skla a výsledná sklovina se dá déle a lépe tvarovat. V letech 1918 až 1938 se vápenec užíval v Evropě, zatímco v USA ho nahradil čistý dolomit. Skla tavená s dolomitem byla čistá, snadno se upravovala a byla levnější, proto po roce 1945 přešla většina evropských skláren od vápence k dolomitu. Po roce 1960 se začaly užívat při výrobě užitkového skla kombinované sklářské kmeny, v nichž byl zastoupen dolomit i vápenec. Čistý dolomit se dnes užívá jen při výrobě lisovaného křišťálu.

### **Olovnaté suroviny**

Protože má olovo schopnost vysokého chemického přizpůsobení, jsou olovnatá skla snadno tavitelná. Také jsou těžší a měkčí, vyznačují se vysokým třpytem, jiskrou a při průchodu světla vysokým indexem lomu. To umožňuje používat olovnaté sklo jako surovinu pro broušení. Má rovněž široké využití při výrobě technického a optického skla. Olovnaté suroviny, užívané ve sklářství, jsou syntetické, k nám se dovážejí především z Německa. Nejčastěji se užívá minium (suřík) a klejt (čistý oxid olovnatý  $\text{PbO}$ ). Olovnaté sklo (s obsahem 24% olova) je

ve světě známé jako český křišťál, který má vysokou uměleckou hodnotu. Výrobky jsou dekorované typickým českým brusem a jsou velmi žádané.<sup>[7]</sup>

### **Barnaté suroviny**

Oxid barnatý ( $\text{BaO}$ ) má podobné vlastnosti jako sloučeniny olova a vápníku. Při tavně je může do určité míry nahradit. Jeho přidáním stoupá pružnost, proto barnaté sklo při úderu dobře zní, což se cení především při výrobě nápojového a stolního skla. Barnatá skla jsou poměrně čistá, jsou měkká a proto jsou ideální surovinou pro výrobu různých typů foukaného skla. Používají se také pro výrobu televizních obrazovek a na výrobu speciálních optických skel. V malém množství se oxid barnatý vyskytoval již ve sklech tavených ve středověku. Ve větší míře se ale začal užívat až koncem 19. století. Dnes se při výrobě skla užívá především dovážený uhličitan barnatý ( $\text{BaCO}_3$ ) a síran barnatý ( $\text{BaSO}_4$ ).<sup>[23]</sup>

### **3.1.3 Méně užívané suroviny**

Kromě uvedených surovin, které mají ve sklářství tradici, se ve 2. polovině 20. století začaly používat další suroviny. Tyto suroviny obsahovaly prvky a jejich sloučeniny, které se do té doby ve sklářství neužívaly. Jedná se například o syntetické sloučeniny obsahující lithium, které zlepšují tavitelnost skla. Místo fluorových surovin se někdy používají ke kalení fosforečné suroviny, protože jsou ekologicky čistší.

Jako sklotvorné suroviny se ve 20. století užívaly také sloučeniny zirkonia, titanu, germania a další. Řada experimentů s nimi však zůstala bez praktického využití. Jednou z příčin poměrně malého využívání nových objevů na poli moderních sklářských surovin je stránka ekonomická. Mnohé sice umožňují tavit čistší či jinak kvalitnější sklo, ale za poměrně vysokou cenu. Dalším faktorem, který omezuje využití nových surovin, je častá nutnost přizpůsobit jim stávající technické zařízení, což není v řadě případů možné. A tak zůstává i přes obrovskou škálu sklářských surovin a typů taveného skla drtivá většina světové sklářské produkce u tradičních technologií a materiálů.<sup>[8]</sup>

### 3.1.4 Pomocné suroviny

Jedním z procesů při tavení skla, který zvyšuje jeho výslednou kvalitu, je čeření. Cílem čeření je zbavit tavenou sklovinu bublin a co nejvíce ji promíchat. Jako čeřiva se užívají látky, které při vysokých teplotách uvolňují velký objem plynů. Tyto plyny vytvářejí bubliny, na které se vážou malé bublinky ve sklovině a společně stoupají k povrchu a vytékávají ven. Čeřivo přitom musí být ve vztahu k tavenému sklu neutrální a nesmí se vázat do krystalické mřížky. Neexistuje žádný univerzální typ čeřiva, ale pro každý typ skla a pro každý odstín barvy se užívá čeřivo jiného složení. Čeřiva jsou síranová, halogenová a oxidová v desítkách různých složení.

Dalšími pomocnými surovinami jsou urychlovače tavení, které urychlují reakce sklotvorných materiálů. S jejich pomocí se rychleji rozpadá krystalická mřížka a rychleji se vytváří nová. Klasickým urychlovačem tavení je voda, proto je velmi důležité, aby se sklářský kmen vlhčil. Kromě tohoto tradičního způsobu urychlování existuje celá řada chemických sloučenin, které se k tomuto účelu ve sklářství používají (nejčastější jsou různé fluoridy, chloridy a sírany).<sup>[8]</sup>

## 3.2 Technologie výroby skla

Výroba skla se může rozdělit na čtyři dílčí technologické procesy:

1. Příprava vsázky
2. Tavení skla
3. Tvarování skla
4. Chlazení skla

Příprava vsázky je smíchání sklářského kmene a přísad. Upravené, pomleté a předem vysušené suroviny se mísí a homogenizují v požadovaném poměru ve vhodných zařízeních, nejčastěji strojně pomocí uzavřených mísidel tak, aby bylo zabráněno úniku prachu do okolí.

Tavení skla se provádí ve sklářských tavících pecích, nejčastěji vanových nebo pánvových. Proces tavení se rozděluje na tři hlavní fáze: vlastní tavení, čeření a homogenizace a chlazení pro tvarování. Při tavicím procesu se dosahuje

obvykle teplot v rozmezí 1400 - 1600 °C. Palivem je nejčastěji generátorový nebo zemní plyn.

Při tvarování skla se využívá silné závislosti viskozity skloviny na teplotě a viskózní deformace. Způsobů tvarování je mnoho, od ručních až po plně automatizované procesy, a to foukáním, válcováním, tažením, litím nebo lisováním.

Chlazení skla se provádí ve speciálních chladících pecích, většinou v teplotním intervalu 700 - 400 °C. Jedná se o řízené chlazení, při kterém se z výrobku odstraní vnitřního pnutí nebo se zamezí jeho vzniku. Chlazením je možné i podstatně zvýšit pevnost skla. <sup>[20]</sup>

### 3.3 Příprava vsázky

Jednotlivé sklářské suroviny se před vložením do pece musí smíchat v přesných váhových poměrech. Významným parametrem je minimální prášivost sklářských surovin. Směs sklářských surovin se nazývá sklářský kmen. Pojmem sklářská vsázka se nazývá směs surovin a skleněných střepů. Střepy se ve sklárnách užívají při tavbě od starověku. Význam jejich použití není ani tak v rovině ekonomické (úspora sklářských surovin), jako spíše kvalitativní. Podíl střepů v sklářském kmenu zdokonaluje proces tavby a zajišťuje kvalitnější sklovinu. Podmínkou samozřejmě je, aby užívané střepy byly čisté a současně, aby jejich složení bylo totožné s kmenem, do něhož se přidávají. V běžné sklářské výrobě nelze zpracovávat jakékoliv střepy, ale každá sklárna si schovává vlastní střepy, u nichž má zaručené složení skla. Při výrobě obalového skla se používají recyklované střepy, tedy střepy rozdílné kvality, sbírané především od obyvatel. Tyto střepy se však před tavbou ještě musí upravit. <sup>[25]</sup>

### 3.4 Tavení skla

Stejně důležité jako čistota a výběr vhodných sklářských surovin je pro kvalitu skloviny dodržení přesného technologického postupu tavby skla. Způsob tavení závisí na řadě okolností. Různé suroviny a různé typy skla vyžadují rozdílné tavicí teploty a časy pro dobu tavby. Také závisí na typu pece, na vnitřním

prostředí a vnějších vlivech. Především u menších a středních sklářských pecí záleží na teplotě a vlhkosti ovzduší a především na atmosférickém tlaku. V neposlední řadě je důležitým faktorem zkušenost a praxe taviče. <sup>[8]</sup>

Kvalita utaveného skla závisí na správné výši tavicí teploty. Sklářský kmen se taví a čerí při teplotách v rozmezí 1420-1470 °C. To je ideální teplota, při níž se uvolňují radikály z taveného křemičitého písku a pomocných surovin, dochází k rekrytalizaci mřížky, k vytváření skla z volných radikálů v tavenině a k čerění. Doba tavby je podle typu skla několik hodin. Potom se sklo chladí. Během tohoto procesu dochází k vázání radikálů do nové krystalické mřížky a ke stabilizaci skla. Teplota se snižuje až na pracovní teplotu, která se podle plánované výroby pohybuje od 1150°C do 1250°C. <sup>[23]</sup>

Vlastní tavba trvá v běžných pánvových pecích zhruba 12 až 16 hodin v závislosti na tom, jak rychle se pec zahřeje na tavicí teplotu. Proces tavení skla lze v podstatě rozdělit na tři fáze – tvorbu skla (dochází k ní při zvyšování teploty), čerění (při dosažení nejvyššího bodu tavicí teploty) a sejítí (ochlazování na pracovní teplotu). Tavbu lze urychlit, pokud se použije místo sklářského kmene sklářský granulát nebo se taví z frity a střepů. Pak lze natavit i za podstatně kratší dobu. <sup>[7]</sup>

### 3.5 Tvarování skla

Výroba skla patřila od nepaměti k tradičním výrobám s převládajícím charakterem ruční práce. Na základě rozvoje prodeje balených nápojů v 19. století (minerální vody, víno, alkoholické nápoje a později i pivo) přešla výroba obalového skla na produkci přesně definovaných lahví. To mělo za následek začátek automatizované sériové výroby a vznik specializovaných hutí. Při výrobě dekorativních a dárkových předmětů ze skla s vysokou výtvarnou a uměleckou hodnotou však i v současnosti převládá značný podíl ruční práce. <sup>[20]</sup>

#### Ruční techniky tvarování skla:

Ruční výroba skla nedoznala v průběhu několika tisíc let podstatných změn, pokud hodnotíme vlastní způsob práce. Mezi ruční techniky tvarování skla patří:

- Foukání
- Hutní tvarování
- Lisování

Foukání je tradiční způsob tvarování známý už z antiky (viz. obrázek 2). Sklář nabere na píšťalu malé množství skla a zhotoví baňku. Na tuto zhotovenou baňku jednou či dvakrát nabere další vrstvu skla až má na píšťale dostatečné množství skloviny. Potom vloží do formy připravené sklo a začne foukat a současně píšťalou točí. Obtížněji se fouká do formy, která nemá kulovitý tvar a výrobkem otáčet nelze. Tento způsob se označuje jako foukání napevno.

Hutní tvarování je technika, která nevychází z foukání konečného tvaru do formy, ale z tvarování výrobků v ruce. Hutně zhotovený výrobek ze skla je většinou těžší než foukaný a jeho výroba je obtížnější než prosté foukání do formy, protože vyžaduje preciznější práci při tvarování. Při hutní výrobě se sklo rozličnými způsoby vytahuje kaprákem (plochá pinzeta) nebo šoršalem (pinzeta s kruhovými špičkami), v jeho středu se dělá jamka apod.

Lisování skla byla původně okrajová technika, která se užívala ke zhotovování některých drobných částí foukaného skla. Mnohem větší význam ale nabylo lisování skla při výrobě lustrů, bižuterie, knoflíků a dalších drobných výrobků. Postupně se vlastní výroba stala strojovou záležitostí. <sup>[11]</sup>



Obrázek č. 2 Tvarování skla foukáním <sup>[1]</sup>

#### Zařízení pro strojní výrobu skla:

Ve sklářských hutích se při výrobě obalového skla používají poloautomatické a automatické linky, jejichž stručný přehled následuje.

Poloautomatická zařízení:

- poloautomatický lis
- poloautomatické sacofoukací stroje

Automatické linky na výrobu užitkového skla:

Malokapacitní linky

- robotizované pracoviště ATL
- automatická lisová linka s palicovým dávkovačem
- liso-foukací linky různé provenience s palicovým dávkovačem

Automatické velkokapacitní foukací linky

- sacofoukací linka AVB
- liso-foukací linka

automatická linka na výrobu odlivek a kalíšků <sup>[8]</sup>



### 3.6 Sklářské pece

Ve sklářství existuje velké množství různých typů pecí podle toho, jaké sklo a k jakému účelu se taví. Každý typ má své výhody a nevýhody a nelze exaktně říci, který je lepší. Výběr pece je však často dán i místní tradicí. Pro třídění současných sklářských pecí jsou rozhodující základní konstrukční hlediska, která ve své podstatě platila i v minulosti. <sup>[23]</sup>

Podle umístění tavené skloviny existují dva typy pecí – pánvové a vanové.

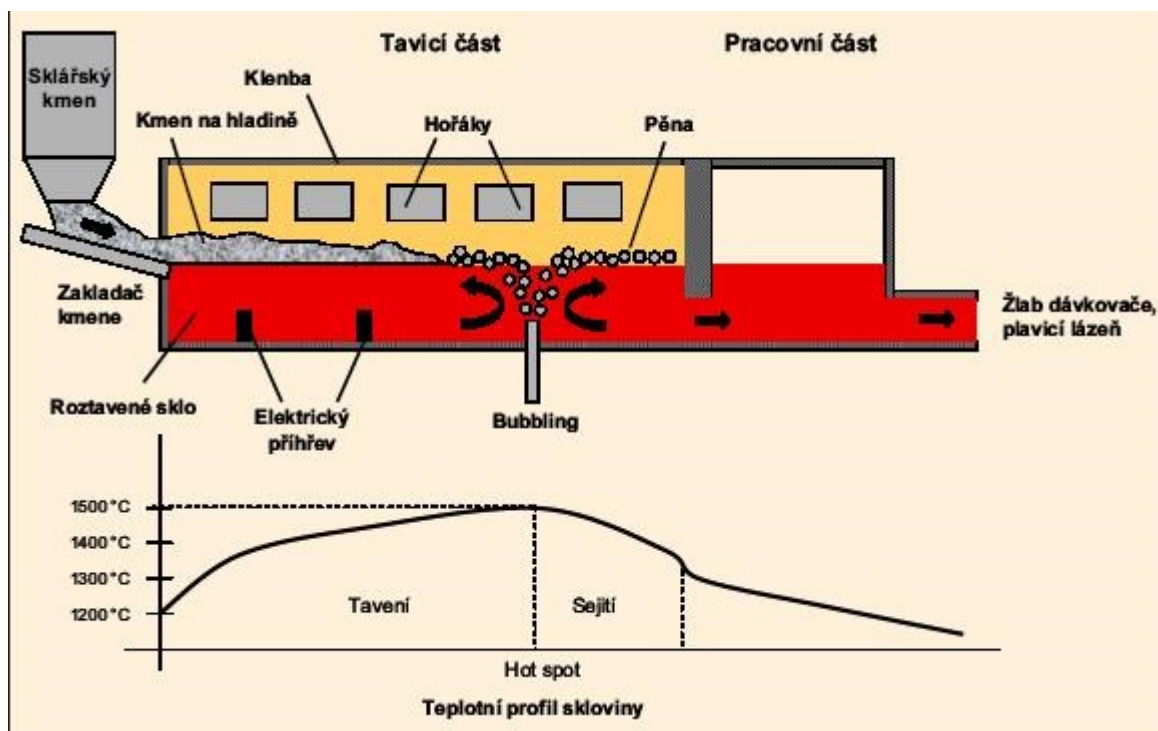
#### Pánvové pece

Pánvové pece mají uvnitř samostatnou velkou nádobu, které se říká pánev. V této pánvi se taví sklo. Pánev je v peci umístěna tak, aby byla mezi ní a stěnou pece malá mezera, kterou cirkuluje horký vzduch. Pánve se obvykle prohřívají rovnoměrně, a to jak po stěnách, tak i dnem. Někdy se podkládají, aby neležely přímo na dně pece a mohl pod nimi také cirkulovat horký vzduch. Po opotřebenosti je možné pánev bez větších potíží vyměnit.

Klasická sklářská pánvová pec má dva základní technologické prostory. V prvním jsou umístěny pánve s taveným sklem, v druhém plameny hořáků ohřívají vzduch, který se pomocí vhodně upraveného systému cirkulace odvádí do první části s pánvemi. Podle konstrukce pece a umístění hořáků existují dva typy – se spodním ohřevem (používaný především ve středověku a renesanci) a s horním ohřevem (dnes převládá). Pro zvýšení účinnosti hoření se užívá přehřívání vzduchu, někdy i plynu, který hořáky odebírají. <sup>[19]</sup>

#### Vanové pece

Vanové pece jsou novějším konstrukčním typem. Uvnitř pece je bazén vyzděný ze speciálního materiálu, který těsně přiléhá k vnitřním stěnám pece. Materiál pro výrobu van musí být kvalitnější, než se používá pro zhotovení pánví, protože eventuelní výměna vany znamená zásah do celé konstrukce pece. Zatímco pánve jsou vhodnější pro pece vytápěné plynem, vany jsou ideální pro elektrické tavení. Vanové pece (obrázek 3) umožňují na rozdíl od pánvových kontinuální tavení. <sup>[11]</sup>



Obrázek č. 3 Schéma vanové pece a teplotní průběh <sup>[11]</sup>

Typologické dělení vanových pecí je podle způsobu propojení prostoru spalování a prostoru s utavenou sklovinou. Existují tři základní typy – pece se společným spalovacím prostorem, se samostatným spalovacím prostorem, třetí typ je kombinace obou předchozích. U třetího typu je pec vybavena dělicími štíty, které se během činnosti zvedají a zase spouštějí a tak střídavě oba prostory spojují a zase rozdělují. <sup>[23]</sup>

Podle způsobu vytápění se dnes rozlišují sklářské pece vytápěné plynem a elektrickým proudem.

Vytápění plynem (dnes nejčastěji zemním plynem, méně často propanbutanem, dříve se používal generátorový) má z hlediska tepelného toku ve sklářské peci řadu výhod – rovnoměrný ohřev, přijatelnou cenu a možnost regulace. Nevýhodou je, že při procesu spalování vznikají emise, které unikají do ovzduší a mohou ovlivnit kvalitu skloviny.

Tavba elektrickou energií je založena na principu odporového tepla, vytvářeného různým zařízením přímo ve sklovině. Do skla se vkládají elektrody z platiny či jiného drahého kovu. Elektrická tavba se snadno reguluje, má vysokou tepelnou účinnost, ale je drahá. Proto se elektrické tavení užívá v prvé řadě tam,

kde je třeba dosahovat mimořádně vysokých teplot, např. při výrobě speciálního křemičitého skla. [7]

### 3.7 Chladicí pece

Každý výrobek ze skla se musí po dokončení pomalu chladit, aby se ve sklovině stabilizovalo vnitřní pnutí. Pokud se sklo rychle ochladí, praskne. Čím je výrobek těžší, tím déle se musí chladit. Chlazení výrobků probíhá tak, že se pomalu snižuje teplota prostředí, v němž je sklo uloženo. Fáze chlazení trvá několik hodin. U extrémně velkých a silných kusů může chlazení trvat i několik dnů. [19]



Obrázek č. 4 Pásová chladicí pec [19]

Komorové chladicí pece jsou izolované komory, v jejichž ústí se ohřívá vzduch. Dokonalejším a více efektivním zařízením je pásová chladicí pec (obrázek 4). Jde o izolovaný tunel, kterým se pomalu posunuje pás. Na něj se na jedné straně vkládá výroba a na druhé se odebírají vychlazené kusy. Pásové chladicí pece jsou plynové nebo elektrické. Tunel je složen z několika segmentů a každý segment je regulován samostatně. Tím se může docílit toho, že se

v tunelu teplota od jeho ústí ke konci postupně snižuje v úrovních potřebných pro dokonalé vychlazení. Rychlost pásu se dá usměrňovat, čím silnější sklo se vyrábí, tím pomaleji se musí pás pohybovat (prodlužuje se doba chlazení). Minimální délka tunelu chladicí pece se pohybuje kolem 16 až 18 metrů. <sup>[14]</sup>

## 4 RECYKLACE ODPADU

Princip recyklace odpadu není žádnou převratnou novinkou. Již v devatenáctém století se používal starý papír a také zbytky textilií pro výrobu papíru. V 70. letech minulého století se prudce zvýšil zájem o využívání odpadů a recyklaci jako důsledek značného růstu cen ropy. Tento trend nadále přetrvává, a proto je z hlediska ekonomického a environmentálního vhodné, aby se podíl recyklovaných odpadů stále zvyšoval. <sup>[2]</sup>

Recyklací odpadu (z anglického slova recycling = vrácení zpět do výrobního procesu) se přitom rozumí opětovné využívání výrobních a spotřebních odpadů, látek a energií jako zdrojů druhotných surovin v původním nebo pozměněné formě, a to bez ohledu na místo nebo čas vzniku odpadu a jeho použití. Recyklace odpadu je jednou z možných cest vedoucích k řešení surovinového problému, k úspoře materiálu a energií a zároveň k ochraně životního prostředí. <sup>[3]</sup>

Na rozdíl od přírodního ekologického systému s vyváženým a uzavřeným koloběhem látek a energií mezi producenty a konzumenty je hospodářský systém dosud založen na jednosměrném toku látek a energií. Suroviny odebírané přírodním složkám životního prostředí jsou za přispění lidské práce upravovány a zpracovávány na výrobky určené k využití nebo spotřebě. K přeměně dochází v řadě transformačních procesů – od využití zdrojů přes dopravu a úpravu, zušlechťování a přeměně látek a energií, které lze souhrnně označit jako výrobní proces. <sup>[22]</sup>

Z dlouhodobé perspektivy je nezbytná kombinace preventivních opatření spolu s postupnou transformací jednosměrného materiálového a energetického toku na tok cyklický, tvořící v zásadě kopii přírody. Jeho podstatnou částí je recyklace použitých surovin. Přednosti uplatnění recyklace v technické praxi jsou evidentní a jejich podíl na celkovém hospodaření s odpady bude proto nutné permanentně zvyšovat, a to nejen lokálně, ale především globálně. <sup>[2]</sup>

S pojmem recyklace velmi úzce souvisí také pojem recyklační potenciál. Recyklační potenciál firmy je možné charakterizovat jako souhrn druhů a množství odpadů, které jsou způsobilé k opětovnému nebo dalšímu využití, ať již ve stejné

nebo jiné firmě. Recyklační potenciál je dán nejen množstvím a druhem odpadů, ale i technickými možnostmi jejich zpracování a nezáleží na existujícím stavu využívání. Množství odpadů z výrobního postupu se v ideálním případě rovná recyklačnímu potenciálu. Odpady, které tvoří součást recyklačního potenciálu, ale které z různých důvodů nelze zatím recyklovat, je nutno odstranit jako škodliviny.

Význam recyklace nelze ovšem přeceňovat. Recyklace sama o sobě nemůže zcela vyřešit problém náhrady zdrojů. Při dynamickém rozvoji ekonomiky je schopna uspokojit pouze část požadavků na stále rostoucí potřebu zdrojů. Často je recyklace jen prostředkem, jak získat čas, než budou vyvinuty dokonalejší technologie s nižší produkcí odpadů. Kromě toho je třeba si uvědomit, že dříve se řada recyklačních postupů vyvíjela a realizovala se zřetelem na jiná omezení než ve spojitosti s ochranou životního prostředí. <sup>[21]</sup>

#### 4.1 Environmentální politika a recyklace

Na ekonomické subjekty je prostřednictvím nástrojů environmentální politiky vyvíjen neustálý tlak k internalizaci externích efektů. Jejich významnou složkou je i snaha o zvýšení stupně recyklace odpadů, tedy i redukci zatížení životního prostředí vlivem výroby a spotřeby. Mezi diskutované nástroje se řadí skupina direktivních, ekonomických a konečně privátních nástrojů, tzv. dobrovolných aktivit. <sup>[3]</sup>

Z direktivních nástrojů je nejvýznamnější zákonodárství. Ve stávající legislativě je otázka recyklace ve smyslu evropského práva zahrnuta již ve všeobecných povinnostech při nakládání s odpady:

*„Každý má při své činnosti nebo v rozsahu své působnosti povinnost předcházet vzniku odpadů, omezovat jejich množství a nebezpečné vlastnosti; odpady, jejichž vzniku nelze zabránit, musí být využity, případně odstraněny způsobem, který neohrožuje lidské zdraví a životní prostředí a který je v souladu s tímto zákonem a se zvláštními právními předpisy “* <sup>[27]</sup>

V rámci plnění této povinnosti by měl původce trvale nabízet k využití odpady, které sám nemůže využít jiné právnické nebo fyzické osobě oprávněné

k jejich převzetí, a to buď přímo, nebo prostřednictvím k tomuto účelu zřízené právnické osoby, např. komoditní burzy.

Do skupiny direktivních nástrojů náleží také pokuty ukládané za nezákonné nakládání s odpady a nezákonné plnění legislativních opatření v relaci k recyklaci. Stanovení výše pokuty závisí především na závažnosti porušení právní úpravy.<sup>[17]</sup>

Z ekonomických nástrojů, které mají za úkol zvýšit podíl recyklace na úkor jiných metod odstraňování vyprodukovaných odpadů, to jsou zejména ekologické platby (daně, poplatky, odvody). Mezi nejdůležitější patří především poplatky za ukládání odpadů, které se skládají ze dvou složek. První složku tvoří základní sazba za ukládání odpadů obecně a druhou složkou je sazba riziková, jež zahrnuje nebezpečnost odpadu. Obě sazby se oproti předcházejícím rokům podstatně zvýšily, což má stimulovat firmy mimo jiné i k intenzivnějšímu využívání odpadů.<sup>[21]</sup>

Dalším nepřímým nástrojem jsou zálohové systémy podporující recyklaci. V naší republice jsou využívány výjimečně, prakticky jen pro pивní a vybrané skleněné láhve od limonád a minerálek. Systém přetrvává z minulosti převážně jen díky konzervativním spotřebitelům, kteří se brání používání plastových obalů. Systém záloh by však mohl být účelně použit i na jiné zboží např. dopravní prostředky.

Do kategorie ekonomických nástrojů, které by mohly zvýšit podíl recyklace odpadů, patří také cenové záruky a státní intervence (investiční dotace, subvence, výhodnější daňové podmínky a úvěry, převzetí záruk státu aj.) a specifické nástroje spojené s vytvářením nových trhů. Použití prezentovaných nástrojů je ovšem v naší republice spíše výjimkou.<sup>[2]</sup>

Specifický nástroj privátních aktivit s cílem dosažení pozitivních změn chování podniku vůči životnímu prostředí, tudíž i podpoře recyklace, představuje dobrovolné zavedení některého ze systémů environmentálního managementu. Nejedná se o další systém řízení podniku působící vedle stávajícího, nýbrž o integraci environmentálních aspektů do existujícího systému managementu.

K privátním aktivitám, které řeší hlavně otázky prevence vzniku odpadů, ale mohou výrazně napomoci i upřednostnění recyklace, náleží dále řada metod, např. čistší produkce, ekodesing, životní cyklus výrobku, ecolabeling aj. Tyto metody uplatňují firmy v praxi většinou jako nástroje při implementaci environmentálně managerských systémů. [22]

## 4.2 Recyklační technologie

Při analýze strategie vedoucí k redukci negativního účinku výrobních procesů na životní prostředí je evidentní, že primární varianta aplikace je prevence vzniku odpadů. Prevenci je možné realizovat např. formou implementace metody čistší produkce, jejímž výsledkem je mimo jiné také zavádění máloodpadových technologických postupů. Při máloodpadových technologiích se ve stejném výrobním procesu přímo zužitkovávají téměř všechny vzniklé odpady. Máloodpadová technologie se někdy také označuje jako bezodpadová. Jedná se o takový způsob výroby, při kterém se využívají efektivně suroviny a energie v cyklu: surovinové zdroje - výroba - spotřeba - druhotné suroviny tak, že žádný účinek na životní prostředí nenarušuje jeho normální funkci. [2]

Snaha o napodobení přírodního koloběhu látek a energií v řízení a plánování průmyslové činnosti vyžaduje i zásadní změny v hospodářském systému. Tyto máloodpadové technologie zůstávají proto obvykle jen na úrovni teoretických úvah nebo jsou uplatňovány při projektování a realizaci zcela nových výrobních postupů. Znázorňují sice optimální a konečné řešení, k němuž musí směřovat snaha konstruktérů, ekologů i ekonomů, ale na druhé straně je to bezpochyby řešení technicky, ekonomicky a časově značně náročné. Současný světový trend recyklace směřuje k uplatňování zásad recyklace ve smyslu zpracování a opětovného využití vzniklých odpadů. Touto rychlejší a snadnější cestou je rozvoj a zavádění recyklačních technologií. [21]

Recyklační technologie jsou souborem na sebe navazujících postupů, procesů a technologických operací, jejichž úkolem je přeměna odpadu na druhotnou surovinu. Základním znakem recyklační technologie je hlavně její relativní samostatnost v technologickém schématu výroba – odpady - výroba.



Zatím co u máloodpadových technologií musí být příslušné postupy zpracování odpadu součástí výrobní technologie, jsou recyklační technologie zpravidla realizovány samostatně. Často ve formě dodatečných investic, které mají zvýšit ekonomickou i ekologickou účinnost existujících výrobní postupů, které byly navrženy ještě v době extenzivního rozvoje ekonomiky. Z návaznosti na existující procesy vyplývá i další typický znak recyklace a tím je dočasnost recyklačních technologií. Dříve nebo později budou nahrazeny máloodpadovými technologiemi.

[3]

Je-li výrobní proces považován za subsystém nadřazeného systému výroby, je recyklační technologie subsystém, který umožňuje požadovanou přeměnu odpadu z výrobního subsystému na druhotnou surovinu, která vstupuje do jiného výrobního subsystému. Hranice subsystému recyklační technologie a jeho příslušnost k výrobnímu subsystému je nezbytné dobře vymezit, protože na tom do značné míry závisí i cena druhotných surovin, optimální umístění recyklačního zařízení v regionu aj. V podstatě mohou nastat tyto následující základní případy:

- a) Recyklační technologie je subsystémem v okruhu výrobního subsystému, kde odpad vzniká, tj. v samostatné firmě. Odpad zpracuje na druhotnou surovinu jeho producent.
- b) Recyklační technologie je subsystémem výrobního subsystému, kde se odpad používá. Odpad převede na druhotnou surovinu jeho odběratel – zpracovatel.
- c) Recyklační technologie je složena ze dvou částí, z nichž každá náleží jednomu výrobnímu subsystému. Odpad částečně zpracuje producent a zpracování ukončí odběratel. V podstatě jde o kombinaci obou výše uvedených případů.

Recyklační technologie je samostatným výrobním systémem. Specializovaný ekonomický subjekt sjednává s producenty odpadů dohody o převzetí respektive zakoupení odpadu, odpad zpracuje na vlastním zařízení a předá respektive prodá jej odběrateli jako druhotnou surovinu. [2]

Pro úplnost charakteristiky recyklačních technologií je třeba zde uvést také komplexní systém zpracování odpadů nazvaný recyklační nebo zpracovatelský podnik. Jedná se o samostatný stavebnicově uspořádaný soubor technologických subsystémů určených výhradně pro zpracování odpadů na formu druhotných surovin. Zpracovatelské závody jsou budovány hlavně pro zpracování komunálních odpadů a postupně se budují i závody pro zhodnocování vybraných druhů průmyslových odpadních komodit. <sup>[13]</sup>

### 4.3 Recyklace skla

Recyklaci můžeme vyjádřit českým slovem koloběh. V případě recyklace skla vstupuje sklo jako konečný produkt znovu po použití do výroby jako druhotná surovina, aniž by ztratilo jakoukoli vlastnost, která by snížila jeho užitnou hodnotu. Tak vlastně může teoreticky sklo cirkulovat do nekonečna. Oproti řadě jiných obalových materiálů má tu přednost, že nemusí být před znovupoužitím nijak náročně upravováno. Pouze se rozdrtí na skelnou drť (obrázek 5) a postupně se odstraní kovové materiály, keramika, plasty, papír a ostatní nežádoucí příměsi. <sup>[15]</sup>



Obrázek č. 5 Skelná drť <sup>[15]</sup>

Význam recyklace skla je velmi vysoký, ať už z hlediska technického, energetického i ekologického. Do oběhu lze totiž navrátit téměř celé množství surovin, ale i část energie vložené do skla v původním výrobním procesu, přičemž

vlastnosti výrobku, tj. recyklovaného skleněného odpadu, zůstávají stejné jako při výrobě z nových surovin a jsou zdravotně nezávadné. Recyklace skla přispívá k ekologii třemi způsoby:

- šetří neobnovitelné přírodní zdroje i strategické suroviny země a znamená méně zásahů do přírody
- významně odlehčí skládkám komunálních odpadů a nevyvolává potřebu skládek nových
- šetří energii jak při těžbě vstupních surovin, tak při samotné výrobě skla

Recyklace skla je jedním z technologicky nejjednodušších a nejdokonalejších recyklačních kruhů. <sup>[12]</sup>



Obrázek č. 6 Kontejner na sběr skla <sup>[4]</sup>

Aby se použité sklo dostalo zpět do sklárny, musí také správně fungovat systém jeho sběru od obyvatel. Sběr se provádí pomocí speciálních zelených a bílých kontejnerů, které jsou určeny pro oddělený sběr skla podle barvy. Tyto kontejnery se nazývají střepnice. Nejčastěji se používají sklolaminátové střepnice polokulovitého tvaru (obrázek 6). Otvory pro vhazování jsou kryté pryžovou zástěrkou. Střepnice se otevřením spodního uzávěru vyprazdňuje přímo na místě do sběrového vozu vybaveného hydraulickou rukou. <sup>[16]</sup>

Velkou roli zde hraje osvěta, aby lidé věděli, jak mají správně třídit a aby se zlepšilo jejich ekologické povědomí ve smyslu třídění odpadů. Pro sklářský průmysl by největším přínosem v této oblasti bylo zajištění dostatečného počtu sběrných kontejnerů na skleněné střepy. Tomuto by měla napomoci legislativa, která by finančně zvýhodňovala obyvatele, kteří odpad třídí a ukládají jej do kontejnerů. <sup>[15]</sup>

Do zeleného kontejneru patří barevné sklo, např. lahve od vína, alkoholických i nealkoholických nápojů, konzervářské sklo a střepy z barevného skla. Do bílého kontejneru vhazujeme čiré sklo, tabulové sklo z oken a dveří. Vzhledem k tomu, že se sklo dále třídí, není vhodné ho zbytečně rozbíjet.

Do kontejnerů na sklo nepatří keramika a porcelán. Rozbitý talíř nebo hrnek by zničil celou vsádku skla do sklářské pece. Nepatří sem ani autoskla, zrcadla, drátované sklo, zlacená a pokovovaná skla, olovnatá skla, borosilikátová skla (televizní obrazovky a zářivkové trubice), opálová skla, barvená a lepená. <sup>[18]</sup>

V celé Evropě roste objem recyklovaného skla a Česká republika patří v tomto směru k zemím s nejvyšším meziročním nárůstem recyklace. V roce 2008 vzrostl v Evropě podíl recyklovaného skla z domácností na rekordních 64 %. Tato skutečnost odráží nejen zvyšující se povědomí spotřebitelů o vlivu recyklování na životní prostředí, ale i pokračující snahu jednotlivých vlád nadále zlepšovat sběr skla a recyklační programy. Potvrzují to údaje Evropské federace výrobců obalového skla (FEVE). <sup>[22]</sup>

Nedávný průzkum FEVE zaměřený na vnímání obalů spotřebiteli ukázal, že drtivá většina evropských spotřebitelů dává přednost skleněným obalům před ostatními obalovými materiály, a to kvůli zdravému životnímu stylu. Téměř ve

všech kategoriích potravin a nápojů by dalo přednost produktům ve skle 74 % spotřebitelů. Je to nejlepší materiál z pohledu uchování chuti potravin. Polovina Čechů je dokonce ochotna si za skleněný obal připlatit, což je více než evropský průměr. Výsledky průzkumu potvrdily, že spotřebitelé jsou si vědomi výhod skla v oblasti zdraví a životního prostředí a dávají sklu přednost před ostatními obalovými materiály. <sup>[22]</sup>

V roce 2008 bylo v Evropě do kontejnerů na sklo uloženo asi 25,5 miliard skleněných lahví, což odpovídá 11 474 000 tunám skla ve srovnání s 10 972 000 tunami v roce 2007. V oblasti recyklace je tradičně na špičce Švýcarsko a Švédsko. Mezi státy s největším meziročním nárůstem se vedle Itálie a Finska zařadila i Česká republika. Podíl recyklovaného skla od obyvatel zde meziročně vzrostl z 50 % v roce 2007 na 62 % v roce 2008. Podle údajů českého Ministerstva životního prostředí je sklo dokonce druhou nejvíce recyklovanou komoditou v České republice, hned za papírem a lepenkou. <sup>[13]</sup>

Výrazně ke zlepšení situace v recyklaci skla v České republice přispělo vybudování moderní recyklační linky přímo v kyjovské sklárně firmy Remat Glass s.r.o. a její následné rozšíření o optické třídění, které přispívá ke zvýšení kvality výsledného produktu (recyklátu). Ročně společnost Remat Glass zpracuje formou recyklace zhruba 80 tisíc tun barevného a bílého skla. Skleněné střepy nakupuje převážně z České republiky. Až 90 % odebírá ze Zlínského, Jihomoravského, Olomouckého a Moravskoslezského kraje a z kraje Vysočina, zbylá část pochází z Čech. S ohledem na udržování kontinuální zásoby střepeů na skladě nakupuje společnost Remat Glass v případě potřeby i od zahraničních dodavatelů. <sup>[18]</sup>

Linka na recyklaci skla je komplexním řešením zpracování skleněného odpadu. Recyklační linka se skládá z několika na sebe navazujících zařízení:

- drtička skla
- vážicí stanice na páse
- nadpásový magnetický separátor
- inspekční a kontrolní kabina pro obsluhu
- systém permanentních magnetických desek

- separátor pro neželezné kovy
- pístová drtička pro rozdrcení lahví
- optický třídič
- odprašovací zařízení vč. potrubí na surové sklo <sup>[14]</sup>

Pro zpracování drátoskla a lepeného skla ve formě tabulí se používá dvoustupňové drcení. Nejdříve se tabule skla nalámou pomocí několika párů válců, které jsou opatřeny trny. Válce sklo rozdrtí na úlomky velikosti asi 100 × 100 mm. Poté je drť magnetickým separátorem zbavena kovových příměsí a přichází do hlavního drtiče. Je to speciálně konstruovaný kladivový drtič. Čisté střepy a folie se od sebe oddělí na vibračním sítu. <sup>[16]</sup>

Vezmeme-li v úvahu složení sklářské vsázky, tj. směsi pro výrobu obalového skla, zaujímají největší podíl, a to bezmála 50 % sklenění střepy. Vytříděný odpad je tudíž technologicky důležitou sklářskou surovinou. Přitom je nutno zmínit, že podíl skleněných střepů ve sklářské vsázce může dosáhnout u zelené skloviny až plných 100 %, u bílé skloviny v závislosti na kvalitě střepů až 80 %. A tím docházíme k charakteristice skla jako materiálu přátelskému k životnímu prostředí. <sup>[17]</sup>

#### **4.4 Využití recyklovaného skla**

Skleněný odpad vzniká při výrobě, zpracování a broušení skla, skleněných vláken, při výrobě a spotřebě skleněných obalů, produktů elektronického, nábytkářského a automobilového průmyslu, bižuterie, dále ve stavebnictví, zdravotnictví, v laboratořích aj. Stále významnější se stává sběr a recyklace odpadového plochého skla. Největší množství odpadního skla se však získává separovaným sběrem od obyvatelstva, při němž se klade důraz na třídění podle barev (dodatečně lze sklo roztřídit na základě optické separace) a na udržení materiálové čistoty. <sup>[11]</sup>

Množství nečistot v recyklovaném střepu je závislé na charakteru použití. Pro běžné druhy obalového skla se v jedné tuně připouští maximálně 5g železných kovů, 15g nemagnetických kovů, 100g terakoty, strusky a porcelánu

a 500g organických kontaminantů. Požadované čistoty se dosahuje zařazením čistících a třídících operací v předběžné přípravě a v průběhu úpravy zrnitosti (drcení) materiálu. Upravený a vyčištěný meziprodukt se používá téměř výlučně jako součást sklářského kmene, čímž lze ušetřit nejen značné množství primárních surovin, ale i energie. Zde je třeba podtrhnout, že vlastní sklářský kmen dokonce musí obsahovat minimálně 20 - 25 % střepů vyhovující kvality a složení. Je však možné použít až 80 % sklářských střepů, ale jen za podmínky, že jejich přidáním nebude ohrožena kvalita výsledného produktu. <sup>[12]</sup>

Z recyklovaného skla se vyrábí rozsáhlé spektrum produktů, např. skleněné obaly, dlaždice, obkladačky, izolační materiály, skelný papír, keramika, zápalková škrtačka atd. Známe je také drcení barevného a nečistého odpadového skla a jeho využití pro potřeby stavebnictví jako šterk, přísada do betonu nebo v zemědělství pro násypy v okolí drenážních potrubí. <sup>[5]</sup>

Společnost AMT s. r. o. Příbram zpracovává ročně 120 000 tun skla podle barvy a podle druhu tak, že je možné sklo znovu použít v průmyslu jako surovina pro výrobu nových kvalitních skleněných výrobků. Po odstranění hrubých nečistot a cizích příměsí vstupují střepy do vlastní úpravny, kde dochází k drcení. Následuje rozdělení na různé frakce na vibračním třídíči. Skleněný granulát se skladuje v silech o kapacitě 950 m<sup>3</sup> a podle požadavků je dodáván do sklářských hutí.

Od roku 2009 společností AMT s. r. o. Příbram vyrábí skelnou moučku REFAGLASS. Tento materiál má použití v mnoha průmyslových odvětvích (např. výroba skelných vláken a roun, výroba pěnového skla, výroba střešních krytin, výroba barev atd.) Technologie na výrobu skelné moučky zpracovává skleněné střepy ze separovaného sběru obalového skla, které rozdrtí na moučku o zrnitosti okolo 80 micrometrů a odstraní z ní všechny ostatní nečistoty jako jsou kamínky, keramika, plasty. Skelná moučka je pak skladována ve vyhřívaných silech. <sup>[25]</sup>

Další způsob využití recyklovaného skla je výroba velkoplošných sklokrystalických desek. Produkt má obchodní název GLASILEX. Je to ekologický český výrobek, který je vytvořen převážně z recyklovaného skla. Vyrábí se ve firmě Chemcomex Praha a. s. Skleněná drť je pomocí technologie sintrování

(spékání) a zhutnění (snížení pórovitosti) přetvořena na kompaktní pevný materiál. Největší podíl vstupních surovin tvoří recyklované sklo a vlastní odpad z recyklovaných desek. Ostatní suroviny jsou barviva a křemičitanový písek.

Desky GLASILEX mají širokou škálu použití a to zvláště jako:

- obkladové desky v exteriérech a interiérech budov
- doplňky interiérové i zahradní architektury
- umělecké velkoplošné barevné mozaiky
- prosklené venkovní prostory (atria, pergoly apod.)
- reklamní poutače (na budovy i ve volném prostoru)

Zajímavým prostorem pro aplikaci tohoto materiálu jsou obytné interiéry s využitím dekorativních nebo užitkových předmětů. Zejména spojení skla s kovem či dřevem dává vyniknout přírodní povaze materiálu GLASILEX. Desky se snadno udržují, a proto jsou vhodné jako obklady do koupelen, kuchyní, ale i do průmyslových staveb jako jsou laboratoře, chemicky agresivní prostory, potravinářské a veterinární provozovny nebo nemocniční sály. <sup>[26]</sup>

Společnost Knauf Insulation spol. s r. o. je přední výrobce minerální izolace, která se již před řadou let vydala cestou obnovitelného rozvoje a systematicky pracuje na minimalizaci dopadů své činnosti na životní prostředí. Mezi tyto kroky se řadí i postupné zvyšování podílu recyklovatelných surovin ve výrobě skelné minerální izolace. Díky výzkumu a technologickým úpravám výroby zvolila společnost Knauf Insulation použití přírodního pojiva, které neobsahuje formaldehydovou pryskyřici. Tento typ izolace proto ocení ti zákazníci, kterým není lhostejné okolní životní prostředí. <sup>[10]</sup>

Z recyklovaného skla smíchaného s cementem, aby se dosáhlo velmi pevné a kompozitní směsi, vyrábějí Američané materiál IceStone. Výsledkem je vysoce odolná pracovní deska na kuchyňskou linku s betonovým povrchem. Svým vzhledem připomíná deska velmi originální mozaiku. Díky mnoha druhům použitého recyklovaného skla je možné vybírat z opravdu pestrobarevných desek. Materiál IceStone lze použít také na obložení zdi či na podlahu. <sup>[12]</sup>



V Německu se mimo jiné zpracovává skleněný odpad na lehčený stavební izolační materiál. Podle patentového procesu se z drceného netříděného skla ve směsi s nadouvadlem a dalšími přísadami lisují desky, které se slinují. Výsledkem je deskový materiál sloužící k výrobě dělicích příček a izolačních tvarovek. Existují zde i ekonomické subjekty, které se zabývají výrobou lehkého kameniva na bázi expandovaného granulátu z recyklovaného skla. Výsledný produkt je ve stavebnictví považován za „lehký písek“ a nachází uplatnění pro izolační sypné vrstvy, jako lehké kamenivo do malt a omítek, jako přísada pro tepelně izolační betony a pro zavěšené fasádní systémy. <sup>[2]</sup>

## **5 SPOLEČNOST EKO-KOM a.s.**

Autorizovaná obalová společnost EKO-KOM, a.s. zajišťuje sdružené plnění povinností zpětného odběru a využití odpadu z obalů, které vyplývají ze zákona č. 477/2001 Sb., o obalech ve znění pozdějších předpisů. Tuto činnost vykonává na základě rozhodnutí o autorizaci, které společnosti EKO-KOM, a.s. udělilo Ministerstvo životního prostředí dne 28. března 2002 a na základě rozhodnutí o prodloužení autorizace ze dne 29. března 2005. Povinnosti zpětného odběru a využití odpadů z obalů mají podle zákona o obalech osoby, které uvádějí obaly nebo balené výrobky na trh nebo do oběhu. Tyto osoby mohou pro splnění výše uvedených povinností uzavřít Smlouvu o sdruženém plnění se společností EKO-KOM, a.s.

Systém EKO-KOM zajišťuje sdružené plnění povinností zpětného odběru a využití odpadů z obalů prostřednictvím tříděného sběru v obcích a prostřednictvím činnosti osob oprávněných nakládat s odpadem. To znamená, že společnost EKO-KOM, a.s. fyzicky nenakládá s obalovým odpadem, ale podílí se hlavně na financování nákladů spojených se sběrem, svozem, tříděním a využitím obalového odpadu.

Vychází přitom ze dvou zákonných povinností:

- Plniči, dovozci, distributoři a maloobchody, uvádějící na trh či do oběhu obaly nebo balené výrobky, mají dle zákona o obalech povinnosti zpětného odběru a využití odpadu z obalů.
- Obce a města mají dle zákona o odpadech, povinnost třídit a využívat komunální odpad, jehož součástí jsou rovněž použité obaly.

Na jedné straně společnost EKO-KOM, a.s. uzavírá „Smlouvy o sdruženém plnění“ s osobami, které uvádějí obaly na trh či do oběhu. Na základě tohoto smluvního vztahu shromažďuje údaje o produkci obalů a přijímá platby, jejichž výše závisí na výši vykazované produkce obalů.

Na straně druhé společnost EKO-KOM, a.s. uzavírá „Smlouvy o zajištění zpětného odběru a recyklaci odpadu z obalů“ s obcemi a osobami oprávněnými nakládat s odpadem. Tyto subjekty mají povinnost vést evidenci o množství zpětně odebraného a využitého odpadu z obalů, na základě které společnost

EKO-KOM, a.s. podporuje finančními prostředky systémy sběru, třídění a využití obalového odpadu.

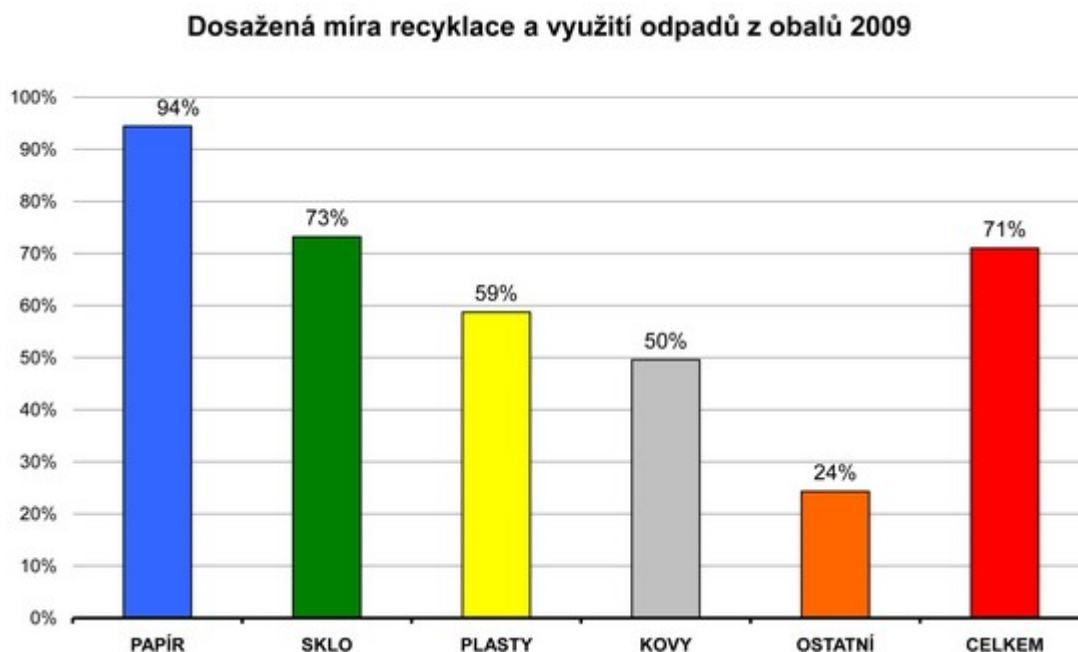
Systém vychází z podobných modelů, které jsou provozovány v evropských zemích, kde tyto systémy tvoří integrovanou součást nakládání s komunálním odpadem. Kromě zajištění zpětného odběru a využití obalů a obalových odpadů systém EKO-KOM zabezpečuje řadu doprovodných činností: informační, poradenskou, výzkumnou a vzdělávací. <sup>[6]</sup>

## **5.1 Výsledky třídění a recyklace obalových odpadů systémem EKO-KOM v roce 2009**

V roce 2009 se meziročně zvýšilo množství vytříděných odpadů z papíru, plastu, skla, nápojových kartonů a kovů na obyvatele o více než 4 kg na 53,1 kg. Největší nárůst tříděného sběru byl u skla (o 15,3 %) a plastů (o 14,1 %). Sběrná síť nádob na separovaný odpad se rozšířila o dalších více než 16 tisíc kontejnerů a v současné době mají občané k dispozici 178 000 kontejnerů na tříděný odpad. Také díky tomu se snížila průměrná docházková vzdálenost k nejbližším nádobám na separovaný odpad na 115 metrů.

Z příspěvků podniků byly v roce 2009 financovány náklady na sběr a třídění obalů z komunálních odpadů 5 861 obcím a městům zapojeným v systému EKO-KOM. Na třídění odpadů se tak mohlo podílet více než 10,1 mil. obyvatel, tedy 98 % populace ČR a z nich se podle posledních průzkumů 69 % skutečně třídění odpadů aktivně účastní. Od roku 2005 se množství lidí, kteří se aktivně účastní třídění stále pohybuje kolem 70% a dá říci, že se z dlouhodobého hlediska prakticky nemění.

Dosažená procenta recyklace jsou zobrazena v grafu viz. obrázek 7. Nárůst procent recyklace byl dosažen nejvíce u obalových odpadů ze skla a z plastů. <sup>[24]</sup>



Obrázek č. 7 Recyklace odpadů z obalů v roce 2009 <sup>[24]</sup>

## 5.2 Propagace třídění a recyklace odpadů

Zákon o obalech nařizuje povinnost informování spotřebitelů o jejich úloze při přispívání ke zpětnému odběru a využití odpadů z obalů. Tuto povinnost plní společnost EKO-KOM, a.s., i za své klienty komunikačními aktivitami, které provozuje. V roce 2003 byla zahájena plošná komunikační kampaň na podporu třídění a recyklaci odpadů.

Cíle komunikačních aktivit:

- zvýšit zájem obyvatel o třídění odpadů;
- zvýšit množství vytríděných odpadů;
- zlepšit kvalitu vytríděných odpadů pro recyklaci;
- podpořit stávající třídiče ve správnosti jejich chování.

Prvním projektem v oblasti komunikačních aktivit byl školní vzdělávací program. Tonda Obal, průvodce školáků světem třídění a recyklace. Během deseti let se svou pojízdnou vzdělávací výstavou navštívil téměř dvě třetiny základních škol v ČR. Kromě přímého oslovení žáků probíhá také vzdělávání učitelů, kteří jsou vybavováni nejen publikacemi, ale i informacemi pro další využití v rámci výuky. Již několik let jsou v provozu internetové stránky určené dětem [www.tonda-](http://www.tonda-)

obal.cz. Dosud bylo školním programem EKO-KOM, a.s., osloveno více než 650.000 žáků.

Pro přímé informování občanů byl vyvinut velmi oblíbený a žádaný komunikační kanál – „nálepky na kontejnery“. Ve spolupráci s obcemi a svozovými firmami byl vytvořen všeobecný a jednoduchý návod na třídění odpadů, a tak každý, kdo třídí odpad, má možnost si ověřit přímo na kontejneru, které odpady do něj patří a které ne.

Mnoho dalších projektů probíhá na úrovni lokální komunikace. Společnost EKO-KOM realizuje ve spolupráci se svazky obcí a měst řadu informačních kampaní na podporu třídění odpadů. Ve spolupráci s prodejními řetězci probíhají informační akce pro širokou veřejnost přímo v supermarketech, tedy v místě prodeje.

Již od roku 2003 zajišťuje společnost EKO-KOM, a.s. informování spotřebitelů prostřednictvím plošné komunikační kampaně. Jedná se o komunikaci v oblasti odpadového hospodářství na celostátní úrovni. První slogan „NEBUŽTE LÍNÍ: TŘÍDTE ODPAD!“ a s ním spojená komunikace, která humornou formou „zesměšňovala“ nejrůznější výmluvy, proč lidé nemohou třídít odpad, zafungovaly skvěle. Televizní spoty se staly velmi populárními a znala je více než polovina populace. Kromě televizních spotů je třídění odpadů propagováno prostřednictvím: rozhlasu, tisku, akcemi pro veřejnost internetových stránek [www.jaktridit.cz](http://www.jaktridit.cz), pokladních pásů v supermarketech, atd. Od roku 2004 na plošnou kampaň navázalo 13 krajských kampaní, které posilují komunikaci o konkrétní lokální informace (např.: kolik se v našem kraji vytřídí tun papíru a kde a jakým způsobem je konkrétně zpracován). V roce 2010 proběhla celoplošná komunikační kampaň se sloganem „MÁ TO SMYSL. TŘÍDTE ODPAD.“<sup>[24]</sup>

## 6 ZÁVĚR

Recyklace skla je v České republice na vysoké úrovni. Zařadila se mezi státy s největším meziročním nárůstem recyklace, jako jsou Itálie a Finsko. Přesto je co zlepšovat. Vzhledem k tomu, že suroviny na výrobu skla patří mezi takzvané neobnovitelné suroviny, bude potřeba recyklace stále narůstat. Velký podíl recyklovaného skla pochází od obyvatel, kteří ho vhazují do sběrových nádob. Bílé sklo se vhazuje do bílých kontejnerů a barevné sklo do zelených. Důslednějším tříděním skla podle barvy selepší i kvalita skleněných střepe.

Pro zvýšení množství separovaného skla z komunálního odpadu, by podle mne bylo vhodné rozmístit v obcích větší počet speciálních kontejnerů na separaci. Někteří lidé mají ještě stále kontejner daleko od svého bydliště, a proto raději vyhodí sklo do nádoby na směsný komunální odpad. Pak bude možné rozšířit i výrobu ekologických produktů z recyklovaného skla, jako např. dlaždice, obklady, izolační materiály, pěnové sklo, střešní krytina, přísada do betonu atd.

Velkou roli v tomto směru může sehrát také osvěta. Různé reklamní kampaně pořádané společností EKO-KOM mají prokazatelný vliv na zlepšení ekologického chování obyvatelstva. Již děti v mateřských školkách by se měli formou hry seznamovat se systémem třídění odpadů, aby to pro ně bylo samozřejmostí. I to může být jeden z aspektů, které budou mít vliv na stav životního prostředí v době, kdy budou dospělí.

## Literatura

1. *ajetoglass.com* [online]. [cit. 2011-02-07]. Dostupné na WWW: <<http://www.ajetoglass.com/cs/nabidka-skla/exkluzivni-sklo-na-zakazku/>>
2. Božek, F., Urban R., Zemánek Z.: *Recyklace*, 1. vyd. Vyškov: Vysoká vojenská škola pozemního vojska, 2003, 238 s., ISBN 80-238-9919-8
3. Fečko, P., Michniak, R., Vu, H. N., Mucha, N.: *Problematika komunálního odpadu na Ostravsku*, 1. vyd., VŠB-TU Ostrava, 2010, 143 s., ISBN 978-80-248-2281-5
4. *Fotogalerie* [online]. [cit. 2011-02-07]. Dostupné na WWW: <<http://www.jaktridit.cz/cz/foto-a-video/fotogalerie/sklo-2>>
5. *Glass recycling* [online]. [cit. 2011-04-15]. Dostupné na WWW: <<http://earth911.com/recycling/glass/>>
6. *Jak systém funguje* [online]. [cit. 2001-04-16]. Dostupné na WWW: <<http://www.ekokom.cz/scripts/detail.php?id=68>>
7. Kirsch, R. et al.: *Historie sklářské výroby v českých zemích II/1*, 1. vyd. Praha: Academia, 2003, 483 s., ISBN 80-200-1069-6 (1. svazek) ISBN 80-200-1103-X (soubor)
8. Kirsch, R. et al.: *Historie sklářské výroby v českých zemích II/2*, 1. vyd. Praha: Academia, 2003, 569 s., ISBN 80-200-1104-8 (2. svazek) ISBN 80-200-1103-X (soubor)
9. *Ložiska nerud* [online]. [cit. 2011-02-07]. Dostupné na WWW: <<http://geologie.vsb.cz/loziska/loziska/nerudy/p%C3%ADsky.html>>
10. *Minerální izolace z recyklovaného skla šetří přírodu* [online]. [cit. 2011-04-19]. Dostupné na WWW: <<http://www.ceskestavby.cz/clanky/mineralni-izolace-z-recyklovaneho-skla-setri-prirodu-6815.html>>
11. *Modelování a řízení procesů ve sklářství* [online]. [cit. 2011-02-07]. Dostupné na WWW: <<http://www.automatizace.cz>>
12. *on glass recycling... - Waste Online* [online]. [cit. 2011-04-15]. Dostupné na WWW: <<http://dl.dropbox.com/u/21130258/resources/information sheets/glass.htm>>
13. *Proč recyklovat sklo?* [online]. [cit. 2011-02-07]. Dostupné na WWW: <<http://www.askpcr.cz/sklo7.php>>

14. *Recyklace skla* [online]. [cit. 2011-04-15]. Dostupné na WWW: <http://www.italcomma.cz/vyrobci-gvf-impianti>
15. *Recyklace skla a její význam* [online]. [cit. 2011-02-09]. Dostupné na WWW: [http://www.splrecycling.com/recyklace\\_skla\\_a\\_její\\_vyznam.html?PHPSESSID=8c8c63d1a2c34ff6663a0ee586193e9d](http://www.splrecycling.com/recyklace_skla_a_její_vyznam.html?PHPSESSID=8c8c63d1a2c34ff6663a0ee586193e9d)
16. *Recyklace skla v České republice* [online]. [cit. 2011-02-05]. Dostupné na WWW: [http://www.vetropack.cz/htm/glasrecycling\\_5.htm](http://www.vetropack.cz/htm/glasrecycling_5.htm)
17. *Recyklaci skla krize neovlivnila* [online]. [cit. 2011-02-12]. Dostupné na WWW: <http://tridenijestyl.uragan.cz/news.php?view=item&lng=1&NewsId=20>
18. *Separace skla* [online]. [cit. 2011-02-15]. Dostupné na WWW: <http://www.sako.cz/separace/sklo/>
19. *Sklářská chladicí pec* [online]. [cit. 2011-02-07]. Dostupné na WWW: [http://www.sszn.cz/products\\_pchp.php](http://www.sszn.cz/products_pchp.php)
20. *Sklo* [online]. [cit. 2011-04-09]. Dostupné na WWW: <http://geologie.vsb.cz/loziska/suroviny/sklo.html>
21. Slivka, V., Diner, V., Kuraš, M.: *Odpadové hospodářství I – praktická příručka*, 1. vyd. Ministerstvo životního prostředí, VŠB – TU Ostrava, 2006, 130 s., ISBN 80-248-1245-2
22. *V celé Evropě roste objem recyklovaného skla* [online]. [cit. 2011-02-20]. Dostupné na WWW: <http://www.enviweb.cz/clanek/recykl/80919/v-cele-evrope-roste-objem-recyklovaneho-skla-ceska-republika-patri-k-zemim-s-nejvyssim-mezirocnim-narustem-recyklace>
23. Vondruška, V.: *Sklářství*, 1. vyd. Praha: Grada Publishing a.s., 2002, 276 s., ISBN 80-247-0261-4
24. *Výsledky třídění a recyklace obalových odpadů systémem EKO-KOM v roce 2008* [online]. [cit. 2011-02-07]. Dostupné na WWW: <http://www.ekokom.cz/scripts/detail.php?id=161>
25. *Zpracování odpadů ze skla* [online]. [cit. 2011-03-19]. Dostupné na WWW: <http://www.amtpribram.cz/zpracovani-odpadu-ze-skla-019/>
26. Žižka, T.: *Sintrovaný materiál ze skla* [online]. [cit. 2011-04-19]. Dostupné na WWW: <http://www.glassrevue.com/news.asp@nid=6648&cid=6.html>



27. Česká republika. Zákon č. 185/2001 Sb.: o odpadech a změně některých dalších zákonů ČR. 2001, 71